PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-247776
(43)Date of publication of application : 12.09.2000

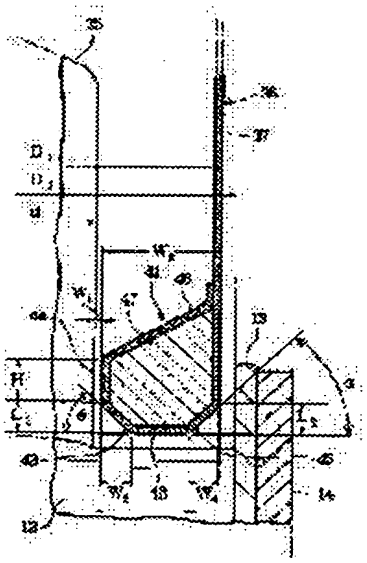
(51)Int.Cl. C30B 15/00
C30B 15/14

(21)Application number : 11-051442
(22)Date of filing : 26.02.1999

(71)Applicant : MITSUBISHI MATERIALS SILICON CORP
(72)Inventor : HARADA KAZUHIRO
SUZUKI YOJI
FU SHINRIN
FURUYA HISASHI

(54) HEAT-SHIELDING MEMBER IN PULLING APPARATUS OF SILICON SINGLE CRYSTAL

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the temperature of the outer periphery part of a silicon single crystal rod under pulling from a silicon molten liquid from being rapidly decreased to suppress the generation of thermal stress in the silicon single crystal rod.
SOLUTION: A silicon molten liquid 12 is stored in a quartz crucible 13 installed in a chamber, and a heat-shielding member 36 having a cylindrical part 37 surrounding the outer periphery of a silicon single crystal rod 25 pulled from the silicon molten liquid 12, and positioned so that the lower end thereof may be at the upper side of the silicon molten liquid 12 so as to form a distance therefrom is installed. An expanding part 41 is formed at the lower part of the cylindrical part 37, and is constituted of a ring-like bottom wall 42 connected to the lower part of the cylindrical part 37 and reaching the neighborhood of the outer periphery of the silicon single crystal rod 25, a cylindrical vertical wall 44 connected to the inner edge of the bottom wall 42 so as to form a prescribed distance from the outer periphery of the silicon single crystal rod 25, and an upper wall 46 having a diameter regulated so as to become larger according to coming upward and the upper end keeping contact with the inner periphery of the cylindrical part. A heat-reserving member 47 is packed in the interior of the expanded part.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.09.2002
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]

THIS PAGE BLANK (USPTO

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2000－247776
(P2000－247776A)
(43)公開日　平成12年９月12日(2000.9.12)

(51)Int.Cl.'	識別記号	ＦＩ	テーマコード'(参考)
Ｃ３０Ｂ　15/00		Ｃ３０Ｂ　15/00	Ｚ　４Ｇ０７７
15/14		15/14	

審査請求　未請求　請求項の数11　ＯＬ　（全 11 頁）

(21)出願番号　特願平11－51442

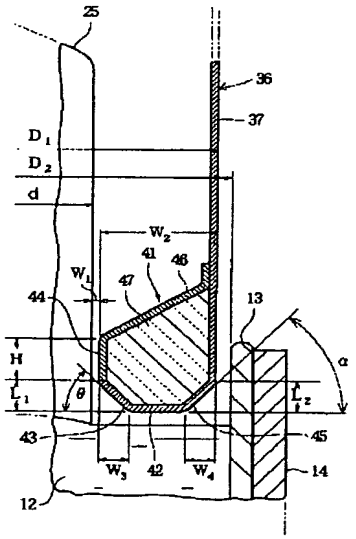
(22)出願日　平成11年２月26日(1999.2.26)

(71)出願人　000228925
三菱マテリアルシリコン株式会社
東京都千代田区大手町一丁目５番１号
(72)発明者　原田　和浩
東京都千代田区大手町１丁目５番１号　三菱マテリアルシリコン株式会社内
(72)発明者　鈴木　洋二
東京都千代田区大手町１丁目５番１号　三菱マテリアルシリコン株式会社内
(74)代理人　100085372
弁理士　須田　正義

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　シリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材

(57)【要約】
【課題】シリコン融液から引上げ中のシリコン単結晶棒の外周部の急激な温度低下を阻止し、シリコン単結晶棒中の熱的ストレスの発生を抑制する。
【解決手段】チャンバ１１内に設けられた石英るつぼ１３にシリコン融液１２が貯留され、シリコン融液１２から引上げられるシリコン単結晶棒２５の外周面を包囲しかつ下端がシリコン融液１２表面から間隔をあけて上方に位置する筒部３７を有する熱遮蔽部材３６が設けられる。筒部３７の下部には膨出部４１が設けられ、膨出部は、筒部の下縁に接続されシリコン単結晶棒の外周面近傍に達するリング状の底壁４２と、シリコン単結晶棒の外周面と所定の間隔をあけて底壁の内縁に連設された筒状の縦壁４４と、縦壁の上縁に連設され上方に向うに従って直径が大きくなるように形成され上縁が筒部の内周面に当接する上壁４６とにより構成される。膨出部の内部には蓄熱部材４７が充填される。



36 熱遮蔽部材
37 筒部
41 膨出部
42 底壁
43 内側傾斜壁
44 縦壁
45 外側傾斜壁
46 上壁
47 蓄熱部材
θ 底壁の下面に対する内側傾斜壁の角度
α 底壁の下面に対する外側傾斜壁の角度
L1 縦壁の下縁と底壁の下面との垂直距離
L2 筒部の下縁と底壁の下面との垂直距離
H 縦壁の高さ
W1 シリコン単結晶棒の外周面と縦壁との間隔
d シリコン単結晶棒の直径
D1 筒部下縁の外径
D2 石英るつぼの内径

1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　石英るつぼ(13)に貯留されたシリコン融液(12)からシリコン単結晶棒(25)を引上げる装置に設けられ、前記シリコン単結晶棒(25)の外周面を包囲しかつ下端が前記シリコン融液(12)表面から間隔をあけて上方に位置しヒータ(18)からの輻射熱を遮る筒部(37)を有する熱遮蔽部材において、

前記筒部(37)の下部に筒内の方向に膨出する膨出部(41)が設けられ、

前記膨出部(41)は、筒部(37)の下縁に接続され水平に延びてシリコン単結晶棒(25)の外周面近傍に達するリング状の底壁(42)と、

前記シリコン単結晶棒(25)の軸心線に対して平行に又は－３０度以上＋３０度以下の角度で傾斜して延びかつ前記シリコン単結晶棒(25)の外周面と所定の間隔をあけて前記底壁(42)の内縁に連設された筒状の縦壁(44)と、

前記縦壁(44)の上縁に連設され上方に向うに従って直径が大きくなるように形成され上縁が前記筒部(37)の内周面に当接するコーン状の上壁(46)とにより構成され、

前記筒部(37)の下部と前記底壁(42)と縦壁(44)と上壁とにより囲まれる前記膨出部(41)の内部に蓄熱部材(47)が充填されたことを特徴とするシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材。

【請求項２】　石英るつぼ(13)に貯留されたシリコン融液(12)からシリコン単結晶棒(25)を引上げる装置に設けられ、前記シリコン単結晶棒(25)の外周面を包囲しかつ下端が前記シリコン融液(12)表面から間隔をあけて上方に位置しヒータ(18)からの輻射熱を遮る筒部(37)を有する熱遮蔽部材において、

前記筒部(37)の下部に筒内の方向に膨出する膨出部(41)が設けられ、

前記膨出部(41)は、筒部(37)の下縁に外縁が接続され水平面に対して０度を越えた８０度以下の角度(α又はθ)で下方に又は上方に向うに従って直径が小さく形成され内縁がシリコン単結晶棒(25)の外周面近傍に達するコーン状の底壁(42)と、

前記シリコン単結晶棒(25)の軸心線に対して平行に又は－３０度以上＋３０度以下の角度で傾斜して延びかつ前記シリコン単結晶棒(25)の外周面と所定の間隔をあけて前記底壁(42)の内縁に連設された筒状の縦壁(44)と、

前記縦壁(44)の上縁に連設され上方に向うに従って直径が大きくなるように形成され上縁が前記筒部(37)の内周面に当接するコーン状の上壁(46)とにより構成され、

前記筒部(37)の下部と前記底壁(42)と縦壁(44)と上壁とにより囲まれる前記膨出部(41)の内部に蓄熱部材(47)が充填されたことを特徴とするシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材。

【請求項３】　石英るつぼ(13)に貯留されたシリコン融液(12)からシリコン単結晶棒(25)を引上げる装置に設けられ、前記シリコン単結晶棒(25)の外周面を包囲しかつ下端が前記シリコン融液(12)表面から間隔をあけて上方に位置しヒータ(18)からの輻射熱を遮る筒部(37)を有する熱遮蔽部材において、

前記筒部(37)の下部に筒内の方向に膨出する膨出部(41)が設けられ、

前記膨出部(41)は、筒部(37)の下縁に外縁が接続され水平面に対して０度を越えた８０度以下の角度(α)で下方に向うに従って直径が小さく形成された外底壁(42a)と、

前記外底壁(42a)の下縁に外縁が接続され水平面に対して０度を越えた８０度以下の角度(θ)で上方に向うに従って直径が小さく形成され内縁がシリコン単結晶棒(25)の外周面近傍に達する内底壁(42b)と、

前記シリコン単結晶棒(25)の軸心線に対して平行に又は－３０度以上＋３０度以下の角度で傾斜して延びかつ前記シリコン単結晶棒(25)の外周面と所定の間隔をあけて前記内底壁(42b)の内縁に連設された筒状の縦壁(44)と、

前記縦壁(44)の上縁に連設され上方に向うに従って直径が大きくなるように形成され上縁が前記筒部(37)の内周面に当接するコーン状の上壁(46)とにより構成され、

前記筒部(37)の下部と前記外底壁(42a)と内底壁(42b)と縦壁(44)と上壁とにより囲まれる前記膨出部(41)の内部に蓄熱部材(47)が充填されたことを特徴とするシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材。

【請求項４】　縦壁(44)と底壁(42)とが交差する部分に前記底壁(42)の下面に対して０度を越えた８０度以下の角度(θ)で上方に向うに従って直径が小さく形成されたコーン状の内側傾斜壁(43)が設けられ、単結晶棒(25)の直径をｄとし前記縦壁(44)の下縁と前記底壁(42)の下面との垂直距離をL_1とするとき前記内側傾斜壁(43)が０≦L_1≦ｄ／２になるように形成された請求項１記載のシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材。

【請求項５】　筒部(37)と底壁(42)とが交差する部分に前記底壁(42)の下面に対して０度を越えた８０度以下の角度(α)で下方に向うに従って直径が小さく形成されたコーン状の外側傾斜壁(45)が設けられ、単結晶棒(25)の直径をｄとし前記筒部(37)の下縁と前記底壁(42)の下面との垂直距離をL_2とするとき前記外側傾斜壁(45)が０≦L_2≦ｄ／２になるように形成された請求項１又は４記載のシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材。

【請求項６】　単結晶棒(25)の直径をｄとするとき縦壁(44)の高さＨが１０ｍｍ以上ｄ／２以下である請求項１ないし５いずれか記載のシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材。

【請求項７】　シリコン単結晶棒(25)の外周面と縦壁との間隔(W_1)が１０ｍｍ以上３０ｍｍ以下である請求項１ないし６いずれか記載のシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材。

【請求項８】　筒部(37)の下縁の外径をD_1とし石英る

2

つぼ(13)の内径をD_2とし単結晶棒(25)の直径をｄとするとき、１．６５ｄ＜D_1＜D_2の関係を有する請求項１ないし７いずれか記載のシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材。

【請求項９】　筒部(37)が下方に向うに従って直径が小さく形成された請求項１ないし８いずれか記載のシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材。

【請求項１０】　筒部(37)が、内筒部材(37a)と、外筒部材(37b)と、前記内筒部材(37a)と前記外筒部材(37b)の間に充填された断熱材(37c)とを有する請求項１ないし９いずれか記載のシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材。

【請求項１１】　外周縁が筒部(37)又は外側傾斜壁(45)に接続し内周縁が縦壁(44)又は内側傾斜壁(43)に接続する１又は２以上のリング状の伝熱部材(48)が膨出部(41)の内部を横断して設けられた請求項１ないし１０いずれか記載のシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、シリコン単結晶棒を引上げて育成する装置に設けられた熱遮蔽部材関するものである。

【０００２】

【従来の技術】従来、この種のシリコン単結晶引上げ装置として、チャンバ内にシリコン融液が貯留された石英るつぼが収容され、シリコン単結晶棒の外周面と石英るつぼの内周面との間にシリコン単結晶棒を包囲するように熱遮蔽部材が挿入された引上げ装置（特公昭５７－４０１１９号）が開示されている。この装置における熱遮蔽部材は引上げられるシリコン単結晶棒の外周面を包囲しかつ下端がシリコン融液表面から間隔をあけて上方に位置しヒータからの輻射熱を遮る筒部を有する。この装置ではシリコン単結晶棒をシリコン融液から引上げると、シリコン融液の液面が次第に低下して石英るつぼの内周壁が露出し、この露出した石英るつぼの内周壁からの輻射熱がシリコン単結晶棒の外周面に向う。熱遮蔽部材はこの輻射熱を遮ることにより、輻射熱がシリコン単結晶棒の外周面に達することを防止して、引上げ中のシリコン単結晶棒の凝固を促進し、シリコン単結晶棒を速やかに冷却するようになっている。

【０００３】また、この種の熱遮蔽部材として、筒部が輻射熱の温度域における耐熱性を有する黒鉛等の母材と、この母材のシリコン単結晶棒側の面を被覆しかつ母材より輻射率が小さい石英等の被覆材とを有する多層構造に形成されたものが開示されている（特開平８－３２５０９０）。このように構成された熱遮蔽部材では、熱輻射率の大きい母材を、この母材より熱輻射率の小さい被覆材で被覆したので、シリコン単結晶棒へのるつぼ及びヒータの輻射熱の遮断効果を向上できる。この結果、シリコン単結晶棒の冷却の促進による引上げ速度を増大でき、シリコン単結晶棒の生産性を向上できるようになっている。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開平８－３２５０９０号公報に示された単結晶引上げ装置における熱遮蔽部材では、シリコン融液から引上げられるシリコン単結晶棒中のシリコン融液近傍の温度分布は、シリコン単結晶棒の外周面からの放熱量が多いため、中心部で最も高く外周面に向うに従って次第に低くなり、外周部で急激に低くなる。一方、シリコン単結晶棒の大口径化が進むと、上記シリコン単結晶棒の中心部と外周部との温度差は更に大きくなることが予想される。このため、シリコン単結晶棒中に上記温度差に基づく熱的ストレスが発生する恐れがあった。本発明の目的は、シリコン融液から引上げ中のシリコン単結晶棒の外周部の急激な温度低下を阻止することにより、シリコン単結晶棒中の熱的ストレスの発生を抑制できるシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材を提供することにある。

【０００５】

【課題を解決するための手段】請求項１に係る発明は、図２に示すように、石英るつぼ１３に貯留されたシリコン融液１２からシリコン単結晶棒２５を引上げる装置に設けられ、シリコン単結晶棒２５の外周面を包囲しかつ下端がシリコン融液１２表面から間隔をあけて上方に位置しヒータ１８からの輻射熱を遮る筒部３７を有する熱遮蔽部材の改良である。その特徴ある構成は、図１に示すように、筒部３７の下部に筒内の方向に膨出する膨出部４１が設けられ、膨出部４１は、筒部３７の下縁に接続され水平に延びてシリコン単結晶棒２５の外周面近傍に達するリング状の底壁４２と、シリコン単結晶棒２５の軸心線に対して平行に又は－３０度以上＋３０度以下の角度で傾斜して延びかつシリコン単結晶棒２５の外周面と所定の間隔をあけて底壁４２の内縁に連設された筒状の縦壁４４と、縦壁４４の上縁に連設され上方に向うに従って直径が大きくなるように形成され上縁が筒部３７の内周面に当接するコーン状の上壁４６とにより構成され、筒部３７の下部と底壁４２と縦壁４４と上壁４６とにより囲まれる膨出部４１の内部に蓄熱部材４７が充填されたところにある。

【０００６】請求項２に係る発明は、図２に示すように、石英るつぼ１３に貯留されたシリコン融液１２からシリコン単結晶棒２５を引上げる装置に設けられ、シリコン単結晶棒２５の外周面を包囲しかつ下端がシリコン融液１２表面から間隔をあけて上方に位置しヒータ１８からの輻射熱を遮る筒部３７を有する熱遮蔽部材の改良である。その特徴ある構成は、図８及び図９に示すように、筒部３７の下部に筒内の方向に膨出する膨出部４１が設けられ、膨出部４１は、筒部３７の下縁に外縁が接続され水平面に対して０度を越えた８０度以下の角度α又はθで下方に又は上方に向うに従って直径が小さく形

成され内縁がシリコン単結晶棒の外周面近傍に達するコーン状の底壁４２と、シリコン単結晶棒の軸心線に対して平行に又は－３０度以上＋３０度以下の角度で傾斜して延びかつシリコン単結晶棒の外周面と所定の間隔をあけて底壁４２の内縁に連設された筒状の縦壁４４と、縦壁４４の上縁に連設され上方に向うに従って直径が大きくなるように形成され上縁が筒部３７の内周面に当接するコーン状の上壁４６とにより構成され、筒部３７の下部と底壁４２と縦壁４４と上壁４６とにより囲まれる膨出部４１の内部に蓄熱部材４７が充填されたところにある。

【０００７】請求項３に係る発明は、図２に示すように、石英るつぼ１３に貯留されたシリコン融液１２からシリコン単結晶棒２５を引上げる装置に設けられ、シリコン単結晶棒２５の外周面を包囲しかつ下端がシリコン融液１２表面から間隔をあけて上方に位置しヒータ１８からの輻射熱を遮る筒部３７を有する熱遮蔽部材の改良である。その特徴ある構成は、図１０に示すように、筒部３７の下部に筒内の方向に膨出する膨出部４１が設けられ、膨出部４１は、筒部３７の下縁に外縁が接続され水平面に対して０度を越えた８０度以下の角度αで下方に向うに従って直径が小さく形成された外底壁４２ａと、この外底壁４２ａの下縁に外縁が接続され水平面に対して０度を越えた８０度以下の角度θで上方に向うに従って直径が小さく形成され内縁がシリコン単結晶棒の外周面近傍に達する内底壁４２ｂと、シリコン単結晶棒の軸心線に対して平行に又は－３０度以上＋３０度以下の角度で傾斜して延びかつシリコン単結晶棒の外周面と所定の間隔をあけて内底壁４２ｂの内縁に連設された筒状の縦壁４４と、縦壁４４の上縁に連設され上方に向うに従って直径が大きくなるように形成され上縁が筒部３７の内周面に当接するコーン状の上壁４６とにより構成され、筒部３７の下部と外底壁４２ａと内底壁４２ｂと縦壁４４と上壁４６とにより囲まれる膨出部４１の内部に蓄熱部材４７が充填されたところにある。

【０００８】従来のシリコン単結晶の引上げ装置における熱遮蔽部材では、シリコン融液から引上げられるシリコン単結晶棒中のシリコン融液近傍の温度分布は、中心部で最も高く外周面に向うに従って次第に低くなり、外周部で急激に低くなる。しかし、請求項１ないし３に記載されたシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材では、シリコン単結晶棒２５からの放熱は、膨出部４１を形成する縦壁４４によって反射されるか、膨出部４１自体が高温のヒータ１８及びシリコン融液１２によって温度上昇することにより抑制され、シリコン単結晶棒２５の外周部の急激な温度低下を阻止できる。この結果、シリコン単結晶棒２５中の温度分布が中心から外周面に向って略均一になる、即ちシリコン単結晶棒２５中の鉛直方向温度勾配の径方向分布が略均一になるので、シリコン単結晶棒２５中の熱的ストレスの発生を抑制できる。なお、コーン状の上壁４６はシリコン単結晶棒２５の外周面と筒部３７の内周面との間を流下する不活性ガスをスムーズにシリコン融液１２と膨出部４１との間に導き、蓄熱部材４７はシリコン融液１２から膨出部４１に達した輻射熱を蓄熱してシリコン単結晶棒２５の外周部の温度低下を有効に阻止する。

【０００９】請求項４に係る発明は、請求項１に係る発明であって、縦壁４４と底壁４２とが交差する部分に底壁４２の下面に対して０度を越えた８０度以下の角度θで上方に向うに従って直径が小さく形成されたコーン状の内側傾斜壁４３が設けられ、単結晶棒２５の直径をｄとし縦壁４４の下縁と底壁４２の下面との垂直距離をL_1とするとき内側傾斜壁４３が$0 \leqq L_1 \leqq d/2$になるように形成されたシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材である。この請求項４に記載されたシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材では、シリコン単結晶棒２５の特に固液界面付近からの放熱が内側傾斜壁４３によって反射され、シリコン単結晶棒２５の特に固液界面付近における外周部の急激な温度低下を阻止できる。この請求項２に記載された内側傾斜壁４３の傾斜角θが８０度を越えると、シリコン融液１２から引上げ中のシリコン単結晶棒２５の外周部の急激な温度低下を抑制する効果が低下する。

【００１０】請求項５に係る発明は、請求項１又は４に係る発明であって、筒部３７と底壁４２とが交差する部分に底壁４２の下面に対して０度を越えた８０度以下の角度αで下方に向うに従って直径が小さく形成されたコーン状の外側傾斜壁４５が設けられ、単結晶棒２５の直径をｄとし筒部３７の下縁と底壁４２の下面との垂直距離をL_2とするとき外側傾斜壁４５が$0 \leqq L_2 \leqq d/2$になるように形成されたシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材である。この請求項５に記載されたシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材では、シリコン融液１２又は石英るつぼ１３からの放熱を外側傾斜壁４５が受けて膨出部４１自体が温度上昇することにより、シリコン単結晶棒２５の固液界面付近における外周部の急激な温度低下を阻止できる。

【００１１】請求項６に係る発明は、請求項１ないし５いずれかに係る発明であって、単結晶棒２５の直径をｄとするとき縦壁４４の高さＨが１０ｍｍ以上ｄ／２以下であるシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材である。この請求項６に記載されたシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材では、シリコン融液１２から引上げ中のシリコン単結晶棒２５の外周部の急激な温度低下が、縦壁４４によるシリコン単結晶棒２５からの放熱の反射、及びヒータ１８とシリコン融液１２からの輻射熱により蓄熱部材４７とともに温度上昇した縦壁４４により阻止される。縦壁４４の高さＨが１０ｍｍ未満であると放熱の反射作用が減少し、ｄ／２を越えると膨出部４１が大型化する。

【００１２】請求項７に係る発明は、請求項１ないし６いずれかに係る発明であって、シリコン単結晶棒２５の外周面と縦壁４４との間隔W_1が１０mm以上３０mm以下であるシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材である。この請求項７に記載されたシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材では、シリコン単結晶棒２５からの放熱を縦壁４４が有効に反射してシリコン単結晶棒２５の外周部の急激な温度低下を阻止する。シリコン単結晶棒２５の外周面と縦壁４４との間隔W_1が１０mm未満であると引上げ途中にシリコン単結晶棒２５と縦壁４４が接触する恐れがあり、３０mmを越えると縦壁４４により反射するシリコン単結晶棒２５からの放熱量が減少する。

【００１３】請求項８に係る発明は、請求項１ないし７いずれかに係る発明であって、筒部３７の下縁の外径をD_1とし石英るつぼ１３の内径をD_2とし単結晶棒２５の直径をｄとするとき、$1.65d < D_1 < D_2$の関係を有するシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材である。この請求項８に記載されたシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材では、筒部３７の下縁の外径D_1が１．６５ｄを越えることにより、放熱を反射又は温度上昇してシリコン単結晶棒２５の外周部の急激な温度低下を阻止するに十分な膨出部４１を形成する。外径D_1が１．６５ｄ以下であると十分な膨出部４１を得ることができず、D_2以上であると石英るつぼ１３に接触する。

【００１４】請求項９に係る発明は、請求項１ないし８いずれかに係る発明であって、図４に示すように、筒部３７が下方に向うに従って直径が小さく形成されたシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材である。この請求項９に記載されたシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材では、下方に向うに従って直径が小さく形成された筒部３７が、その筒部３７とシリコン単結晶棒２５の外周面との間を流下する不活性ガスをスムーズにシリコン融液１２と膨出部４１との間に導く。

【００１５】請求項１０に係る発明は、請求項１ないし９いずれかに係る発明であって、図５に示すように、筒部３７が、内筒部材３７ａと、外筒部材３７ｂと、内筒部材３７ａと外筒部材３７ｂの間に充填された断熱材３７ｃとを有するシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材である。この請求項１０に記載されたシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材では、石英るつぼ１３の内周壁からシリコン単結晶棒２５に向う輻射熱を有効に遮り、膨出部４１を越えて引上げられたシリコン単結晶棒２５の凝固を促進する。

【００１６】請求項１１に係る発明は、請求項１ないし１０いずれかに係る発明であって、図３に示すように、外周縁が筒部３７又は外側傾斜壁４５に接続し内周縁が縦壁４４又は傾斜壁４３に接続する１又は２以上のリング状の伝熱部材４８が膨出部４１の内部を横断して設けられたシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材である。この請求項１１に記載されたシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材では、ヒータ１８により又は石英るつぼ１３の内周壁からの輻射熱により加熱された筒部３７又は外側傾斜壁４５の熱を伝熱部材４８が縦壁４４又は内側傾斜壁４３に伝達して縦壁４４及び内側傾斜壁４３の温度を上昇させる。温度上昇した縦壁４４又は内側傾斜壁４３はシリコン単結晶棒２５からの放熱を抑制して、シリコン単結晶棒２５の外周部の急激な温度低下を阻止する。この結果、シリコン単結晶棒２５中の温度分布が中心から外周面に向って略均一になり、シリコン単結晶棒２５中の鉛直方向温度勾配の径方向分布が略均一になるので、シリコン単結晶棒２５中の熱的ストレスの発生を有効に抑制できる。

【００１７】

【発明の実施の形態】次に本発明の第１の実施の形態を図面に基づいて説明する。図２に示すように、シリコン単結晶の引上げ装置１０のチャンバ１１内には、シリコン融液１２を貯留する石英るつぼ１３が設けられ、この石英るつぼ１３の外面は黒鉛サセプタ１４により被覆される。石英るつぼ１３の下面は上記黒鉛サセプタ１４を介して支軸１６の上端に固定され、この支軸１６の下部はるつぼ駆動手段１７に接続される。るつぼ駆動手段１７は図示しないが石英るつぼ１３を回転させる第１回転用モータと、石英るつぼ１３を昇降させる昇降用モータとを有し、これらのモータにより石英るつぼ１３が所定の方向に回転し得るとともに、上下方向に移動可能となっている。石英るつぼ１３の外周面は石英るつぼ１３から所定の間隔をあけてヒータ１８により包囲され、このヒータ１８は保温筒１９により包囲される。ヒータ１８は石英るつぼ１３に投入された高純度のシリコン多結晶体を加熱・融解してシリコン融液１２にする。

【００１８】またチャンバ１１の上端には円筒状のケーシング２１が接続される。このケーシング２１には引上げ手段２２が設けられる。引上げ手段２２はケーシング２１の上端部に水平状態で旋回可能に設けられた引上げヘッド（図示せず）と、このヘッドを回転させる第２回転用モータ（図示せず）と、ヘッドから石英るつぼ１３の回転中心に向って垂下されたワイヤケーブル２３と、上記ヘッド内に設けられワイヤケーブル２３を巻取り又は繰出す引上げ用モータ（図示せず）とを有する。ワイヤケーブル２３の下端にはシリコン融液１２に浸してシリコン単結晶棒２５を引上げるための種結晶２４が取付けられる。更にチャンバ１１にはこのチャンバ１１のシリコン単結晶棒側に不活性ガスを供給しかつ上記不活性ガスをチャンバ１１のるつぼ内周面側から排出するガス給排手段２８が接続される。ガス給排手段２８は一端がケーシング２１の周壁に接続され他端が上記不活性ガスを貯留するタンク（図示せず）に接続された供給パイプ２９と、一端がチャンバ１１の下壁に接続され他端が真空ポンプ（図示せず）に接続された排出パイプ３０とを

有する。供給パイプ２９及び排出パイプ３０にはこれらのパイプ２９，３０を流れる不活性ガスの流量を調整する第１及び第２流量調整弁３１，３２がそれぞれ設けられる。

【００１９】一方、引上げ用モータの出力軸（図示せず）にはロータリエンコーダ（図示せず）が設けられ、るつぼ駆動手段１７には石英るつぼ１３内のシリコン融液１２の重量を検出する重量センサ（図示せず）と、支軸１６の昇降位置を検出するリニヤエンコーダ（図示せず）とが設けられる。ロータリエンコーダ、重量センサ及びリニヤエンコーダの各検出出力はコントローラ（図示せず）の制御入力に接続され、コントローラの制御出力は引上げ手段２２の引上げ用モータ及びるつぼ駆動手段の昇降用モータにそれぞれ接続される。またコントローラにはメモリ（図示せず）が設けられ、このメモリにはロータリエンコーダの検出出力に対するワイヤケーブル２３の巻取り長さ、即ちシリコン単結晶棒２５の引上げ長さが第１マップとして記憶され、重量センサの検出出力に対する石英るつぼ１３内のシリコン融液１２の液面レベルが第２マップとして記憶される。コントローラは重量センサの検出出力に基づいて石英るつぼ１３内のシリコン融液１２の液面を常に一定のレベルに保つように、るつぼ駆動手段１７の昇降用モータを制御するように構成される。

【００２０】シリコン単結晶棒２５の外周面と石英るつぼ１３の内周面との間にはシリコン単結晶棒２５の外周面を包囲する熱遮蔽部材３６が設けられる。この熱遮蔽部材３６は円筒状に形成されヒータ１８からの輻射熱を遮る筒部３７と、この筒部３７の上縁に連設され外方に略水平方向に張り出すフランジ部３８とを有する。上記フランジ部３８を保温筒１９上に載置することにより、筒部３７の下縁がシリコン融液１２表面から所定の距離だけ上方に位置するように熱遮蔽部材３６はチャンバ１１内に固定される。熱遮蔽部材３６はＭｏ（モリブデン），Ｗ（タングステン），Ｃ（カーボン）により、或いは表面にＳｉＣがコーティングされた黒鉛等により形成される。筒部３７は同一直径の管状体であるか、又は下方に向うに従って直径が小さく形成された管状体に形成され、筒部３７の下縁の外径をD_1とし石英るつぼ１３の内径をD_2としシリコン単結晶棒２５の直径をｄとするとき、$1.65d < D_1 < D_2$の関係を有するように形成される。

【００２１】図１に示す筒部３７は同一直径の筒状体であり、筒部３７の下部には筒内の方向に膨出する膨出部４１が設けられる。この膨出部４１は、筒部３７の下縁に接続され水平に延びてシリコン単結晶棒２５の外周面近傍に達するリング状の底壁４２と、底壁４２の内縁に連設された縦壁４４と、この縦壁４４の上縁に連設され上方に向うに従って直径が大きくなるように形成されたコーン状の上壁４６とにより構成される。縦壁４４と底壁４２とが交差する部分には上方に向うに従って直径が小さく形成された内側傾斜壁４３が設けられ、筒部３７と底壁４２とが交差する部分には下方に向うに従って直径が小さく形成された外側傾斜壁４５が設けられる。内側傾斜壁４３及び外側傾斜壁４５はそれぞれ底壁４２の下面に対して０度を越えた８０度以下の角度θ，α、好ましくは５～３０度の範囲内の角度でコーン状に形成される。

【００２２】この実施の形態では、筒部３７、外側傾斜壁４５、底壁４２及び内側傾斜壁４３は一体的に形成される。なお、引上げられる単結晶棒２５の直径をｄとすると、縦壁４４の下縁と底壁４２の下面との垂直距離L_1、筒部３７の下縁と底壁４２の下面との垂直距離L_2がそれぞれ０を越えてｄ／２以下になり、かつシリコン単結晶棒２５の外周面と縦壁４４との間隔W_1が１０ｍｍ以上３０ｍｍ以下になるように内側傾斜壁４３及び外側傾斜壁４５は形成される。この場合、膨出部４１の幅W_2は５０ｍｍ以上であることが好ましく、縦壁４４の内面と底壁４２の内縁との水平距離W_3、筒部３７の外面と底壁４２の外縁との水平距離W_4は、それぞれ０ｍｍ以上であってW_2未満の範囲内になる。なお、間隔W_1の好ましい値は１５～２０ｍｍである。

【００２３】縦壁４４はその高さＨが１０ｍｍ以上１００ｍｍ以下に形成され、シリコン単結晶棒２５の軸心線に対して平行に又は－３０度以上＋３０度以下の角度で傾斜して延びて形成される。－３０度とは軸心線に対して３０度の角度を持って上方に向うに従って直径が小さくなるように形成されることを表し、＋３０度とは軸心線に対して３０度の角度を持って上方に向うに従って直径が大きくなるように形成されることを表すが、好ましくはシリコン単結晶棒２５の軸心線に対して平行、即ち縦壁４４は鉛直になるように形成されることが好ましい。なお、上述した垂直距離L_1，L_2、間隔W_1及び高さＨは引上げられるシリコン単結晶棒２５の直径に応じて適宜決められる。コーン状の上壁４６は上方に向うに従って直径が大きくなるように形成され上縁が筒部３７の内周面に当接するように構成される。なお、筒部３７の下部と底壁４２と縦壁４４と上壁４６とにより囲まれる膨出部４１の内部にはカーボン繊維からなるフェルト材が蓄熱部材４７として充填される。縦壁４４と上壁４６とは一体的に形成され、筒部３７の下部と外側傾斜壁２５と底壁４２と内側傾斜壁４３により囲まれた空間に蓄熱部材４７を充填した後、ビス又はピン等により内側傾斜壁４３及び筒部３７に固定される。

【００２４】このように構成されたシリコン単結晶の引上げ装置の動作を説明する。従来のシリコン単結晶の引上げ装置における熱遮蔽部材では、シリコン単結晶棒２５をシリコン融液１２から所定の引上げ速度で引上げると、このシリコン単結晶棒２５中のシリコン融液１２近傍の温度分布は、シリコン単結晶棒２５の外周面からの

放熱量が多いため、中心部で最も高く外周面に向うに従って次第に低くなり、外周部で急激に低くなる。しかし本実施の形態のシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材３６では、高温のシリコン融液1-2からの輻射熱により膨出部４１の温度が上昇するか、又はシリコン単結晶棒２５からの放熱を膨出部４１における内側傾斜壁４３及び縦壁４４が反射することにより、シリコン単結晶棒２５からの急激な放熱は抑制される。この結果、シリコン単結晶棒２５の外周部の急激な温度低下を阻止できる。従って、シリコン単結晶棒２５中の温度分布が中心から外周面に向って略均一になる、即ちシリコン単結晶棒２５中の鉛直方向の温度勾配の径方向分布が略均一になるので、シリコン単結晶棒２５中の熱的ストレスの発生を抑制でき、スリップ発生や有転位化が改善される。

【００２５】図３は本発明の第２の実施の形態を示す。図３において図１と同一符号は同一部品を示す。この実施の形態では、外周縁が筒部３７又は外側傾斜壁４５に接続し内周縁が縦壁４４又は内側傾斜壁４３に接続する２つのリング状の伝熱部材４８が膨出部４１の内部を横断して設けられる。伝熱部材４８は蓄熱部材４７を充填する際にその蓄熱部材４７とともに一体的に形成された筒部３７の下部と外側傾斜壁４５と底壁４２と内側傾斜壁４３により囲まれた空間に装着される。その後、別に一体的に形成された縦壁４４及び上壁４６をビス又はピン等により内側傾斜壁４３及び筒部３７に固定することにより伝熱部材４８は膨出部４１の内部を横断して設けられる。このように設けられた伝熱部材４８の外周縁は筒部３７に、伝熱部材４８の内周縁は縦壁４４又は内側傾斜壁４３にそれぞれ接続される。

【００２６】このように構成されたシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材３６では、ヒータ１８による熱又は石英るつぼ１３の内周壁からの輻射熱により加熱された筒部３７又は外側傾斜壁４５の熱を伝熱部材４８が縦壁４４又は内側傾斜壁４３に伝達して縦壁４４及び内側傾斜壁４３の温度を効果的に上昇させる。温度上昇した縦壁４４又は内側傾斜壁４３はシリコン単結晶棒２５からの放熱を抑制して、シリコン単結晶棒２５の外周部の急激な温度低下を阻止する。なお、伝熱部材４８は図に示す２枚に限らず、１枚又は３枚若しくは４枚であっても良い。また、各伝熱部材４８の１枚あたりの厚さは、設けられる枚数により加減することが好ましいが、６～９ｍｍの範囲内であることが好ましい。上記以外の動作は第１の実施の形態の動作と略同様であるので、繰返しの説明を省略する。

【００２７】なお、上記実施の形態では、熱遮蔽部材の筒部３７を円筒状に形成したが、図４に示すように、筒部３７は下方に向うに従って直径が小さくなる中空の円錐台状に形成してもよく、図５に示すように、筒部３７が、内筒部材３７ａと、外筒部材３７ｂと、内筒部材３７ａと外筒部材３７ｂの間に充填された断熱材３７ｃとを有していてもよい。筒部３７を下方に向うに従って直径が小さく形成すれば、その筒部３７とシリコン単結晶棒２５の外周面との間を流下する不活性ガスをスムーズにシリコン融液１２と膨出部４１との間に導くことができ、図５に示すように筒部３７を２重構造として断熱材３７ｃを充填すれば、石英るつぼ１３の内周壁からシリコン単結晶棒２５に向う輻射熱を有効に遮ることができる。

【００２８】また、上記実施の形態では、縦壁４４と底壁４２とが交差する部分に内側傾斜壁４３を設け、筒部３７と底壁４２とが交差する部分に外側傾斜壁４５を設けたが、図６に示すように、外側傾斜壁を設けることなく縦壁４４と底壁４２とが交差する部分に内側傾斜壁４３のみを設けても良く、図７に示すように、内側傾斜壁を設けることなく筒部３７と底壁４２とが交差する部分に外側傾斜壁４５のみを設けても良い。また、内側傾斜壁４３及び外側傾斜壁４５の双方とも設けることなく、筒部３７の下縁に外縁が接続され内縁がシリコン単結晶棒の外周面近傍に達する底壁４２自体をコーン状にすることにより、図８に示すように、底壁４２を水平面に対して０度を越えた８０度以下の角度αで下方に向うに従って直径を小さく形成しても、又は図９に示すように、水平面に対して０度を越えた８０度以下の角度θで上方に向うに従って直径を小さく形成しても良い。

【００２９】更に、底壁はコーン形状を組合わせたものであってもよい。即ち図１０に示すように、水平面に対して０度を越えた８０度以下の角度αで下方に向うに従って直径が小さく形成された外底壁４２ａの外縁を筒部３７の下縁に接続し、水平面に対して０度を越えた８０度以下の角度θで上方に向うに従って直径が小さく形成され内縁がシリコン単結晶棒の外周面近傍に達する内底壁４２ｂの外縁をこの外底壁４２ａの下縁に接続しても良い。このような熱遮蔽部材であっても、シリコン単結晶棒２５からの放熱は、膨出部４１を形成する縦壁４４によって反射されるか、膨出部４１自体が高温のヒータ１８及びシリコン融液１２によって温度上昇することにより抑制され、シリコン単結晶棒２５の外周部の急激な温度低下を阻止できる。

【００３０】

【実施例】次に本発明の実施例を比較例とともに詳しく説明する。

＜実施例１＞図１及び図２に示すようなシリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材３６の筒部３７の内径及び高さをそれぞれ４１０ｍｍ及び４２０ｍｍとし、筒部３７の下部に外側傾斜壁４５と底壁４２と内側傾斜壁４３と縦壁４４と上壁４６とから構成された膨出部４１を設けた。縦壁４４は傾斜角が０度の筒状体とし、縦壁４４の内径及び高さをそれぞれ２５０ｍｍ及び４０ｍｍとした。内側傾斜壁４３の下端内径、傾斜角θ及び垂直距離Ｌをそれぞれ３３０ｍｍ、４５度及び４０ｍｍとし、外

側傾斜壁４５の傾斜角α及び垂直距離Ｌをそれぞれ４５度及び４０ｍｍとした。また底壁４２の下面とシリコン融液１２との間隔を３５ｍｍとし、縦壁４４とシリコン単結晶棒２５との間隔W_1を２０ｍｍとした。なお、３７，４５，４２，４３，４４及び４６は全てカーボンにより形成した。このように構成された引上げ装置の熱遮蔽部材を実施例１とした。

【００３１】＜実施例２＞図３に示すように、外周縁が筒部３７及び外側傾斜壁４５にそれぞれ接続し内周縁が縦壁４４及び内側傾斜壁４３に接続する２つのリング状の伝熱部材４８が膨出部４１の内部を横断して設けられたことを除いて、熱遮蔽部材を上記実施例１と同一に構成した。この引上げ装置の熱遮蔽部材を実施例２とした。

＜比較例１＞図示しないが筒部３７の下部に膨出部４１を設けていないことを除いて、引上げ装置を上記実施例１と同一に構成した。この引上げ装置を比較例１とした。

【００３２】＜比較試験及び評価＞実施例１、実施例２及び比較例１の各引上げ装置にて直径２１０ｍｍのシリコン単結晶棒を４００ｍｍ引上げたときのシリコン単結晶棒中の温度分布を熱伝導解析プログラムにてシミュレーション計算し、比較を行った。シリコン融液表面から高さ３０ｍｍまでのシリコン単結晶棒各部の鉛直方向温度勾配の平均値Ｇと、シリコン融液表面から高さ３０ｍｍまでのシリコン単結晶棒中心の鉛直方向温度勾配の平均値Ｇｃとを求め、シリコン単結晶棒の中心から径方向への距離に対するＧ／Ｇｃの変化を求めた。この結果を図１１に示す。

【００３３】図１１より明らかなように、実施例１及び実施例２では比較例１よりＧ／Ｇｃの値がシリコン外周面でも急上昇せずに水平に近くなった、即ち鉛直方向温度勾配の径方向分布が略均一になった。これは実施例１及び実施例２ではシリコン融液からの輻射熱により膨出部４１の温度が上昇することにより、シリコン単結晶棒からの急激な放熱が膨出部４１により抑制され、シリコン単結晶棒２５の外周部の急激な温度低下を阻止できたためである。また実施例２が実施例１より鉛直方向温度勾配の径方向分布が更に均一になった。これはヒータ１８又は石英るつぼ１３の内周壁から筒部３７又は外側傾斜壁４５に達した輻射熱が伝熱部材４８を伝わって縦壁４４又は内側傾斜壁４３の温度が上昇し、シリコン単結晶棒２５からの放熱が更に抑制されたためと考えられる。

【００３４】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、筒部の下部に筒内の方向に膨出する膨出部を設け、膨出部を、筒部の下縁に接続され水平に又は傾斜して延びてシリコン単結晶棒の外周面近傍に達するリング状又はコーン状の底壁と、シリコン単結晶棒の外周面と所定の間隔をあけて底壁の内縁に連設された筒状の縦壁と、縦壁の上縁に連設され上方に向うに従って直径が大きくなるように形成され上縁が筒部の内周面に当接するコーン状の上壁とにより構成し、筒部の下部と底壁と縦壁と上壁とにより囲まれる膨出部の内部に蓄熱部材を充填したので、シリコン単結晶棒からの放熱は、膨出部を形成する縦壁によって反射されるか、膨出部自体が高温のシリコン融液によって温度上昇することにより抑制され、シリコン単結晶棒の外周部の急激な温度低下を阻止できる。この結果、シリコン単結晶棒中の温度分布が中心から外周面に向って略均一になる、即ちシリコン単結晶棒中の鉛直方向の温度勾配の径方向分布が略均一になる。従って、シリコン単結晶棒中の熱ストレスの発生を抑制できるので、スリップ発生や有転位化が改善される。

【００３５】また、縦壁と底壁とが交差する部分に、上方に向うに従って直径が小さく形成されたコーン状の内側傾斜壁を設ければ、シリコン単結晶棒の特に固液界面付近からの放熱が内側傾斜壁によって反射され、シリコン単結晶棒の特に固液界面付近における外周部の急激な温度低下を阻止でき、筒部と底壁とが交差する部分に下方に向うに従って直径が小さく形成されたコーン状の外側傾斜壁を設ければ、シリコン融液又は石英るつぼからの放熱を外側傾斜壁が受けて膨出部自体の温度を更に上昇させることができる。更に、シリコン単結晶棒の外周面と縦壁との間隔を１０ｍｍ以上３０ｍｍ以下にすれば、縦壁がシリコン単結晶棒と接触することなくシリコン単結晶棒からの放熱を有効に反射することができる。外周縁が筒部又は外側傾斜壁に接続し内周縁が縦壁又は内側傾斜壁に接続する１又は２以上のリング状の伝熱部材を膨出部の内部に横断して設ければヒータ又は石英るつぼの内周壁からの輻射熱により加熱された筒部又は外側傾斜壁の熱を伝熱部材が縦壁又は内側傾斜壁に伝達して縦壁及び内側傾斜壁の温度を効果的に上昇させてシリコン単結晶棒からの放熱を更に抑制することができる。この結果、シリコン融液から引上げ中のシリコン単結晶棒の外周部の急激な温度低下が比較的高温の膨出部により抑制されるので、シリコン単結晶棒中の熱的ストレスの発生を有効に抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明シリコン単結晶引上げ装置の熱遮蔽部材を示す図２のＡ部拡大断面図。

【図２】そのシリコン単結晶引上げ装置の断面構成図。

【図３】本発明の別の実施形態を示す図１に対応する断面図。

【図４】筒部が下方に向って直径が小さく形成された熱遮蔽部材を示す断面図。

【図５】断熱材が充填された筒部を有する熱遮蔽部材を示す図４に対応する断面図。

【図６】外側傾斜壁を設けることなく内側傾斜壁を比較的大きく形成した熱遮蔽部材を示す図４に対応する断面

図。

【図７】内側傾斜壁を設けることなく外側傾斜壁を比較的大きく形成した熱遮蔽部材を示す図４に対応する断面図。

【図８】内側傾斜壁及び外側傾斜壁を設けることなく底壁を下方に向うに従って直径が小さいコーン状に形成した熱遮蔽部材を示す図４に対応する断面図。

【図９】内側傾斜壁及び外側傾斜壁を設けることなく底壁を上方に向うに従って直径が小さいコーン状に形成した熱遮蔽部材を示す図４に対応する断面図。

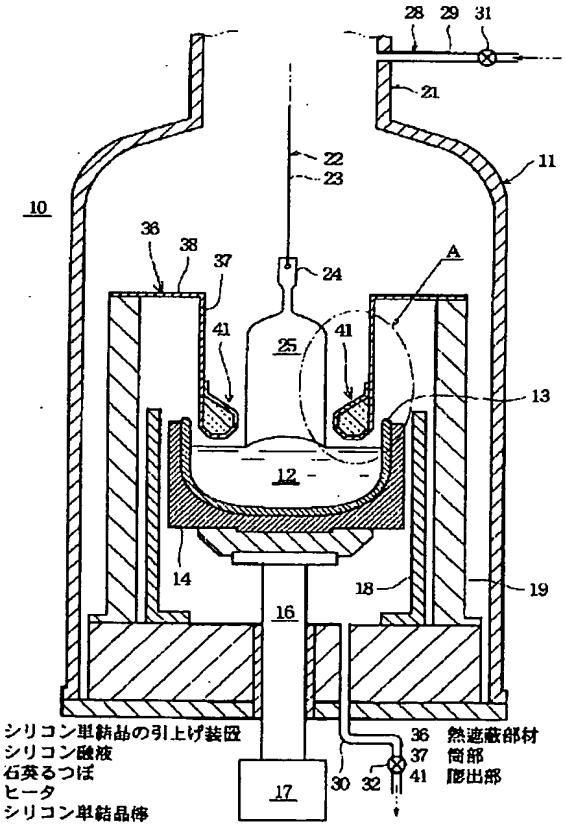
【図１０】外底壁と内底壁を有する熱遮蔽部材を示す図４に対応する断面図。

【図１１】シリコン単結晶棒の中心から径方向への距離に対するＧ（シリコン融液表面から高さ３０ｍｍまでのシリコン単結晶棒各部の鉛直方向温度勾配の平均値）／Ｇｃ（シリコン融液表面から高さ３０ｍｍまでのシリコン単結晶棒中心の鉛直方向温度勾配の平均値）の変化を示す図。

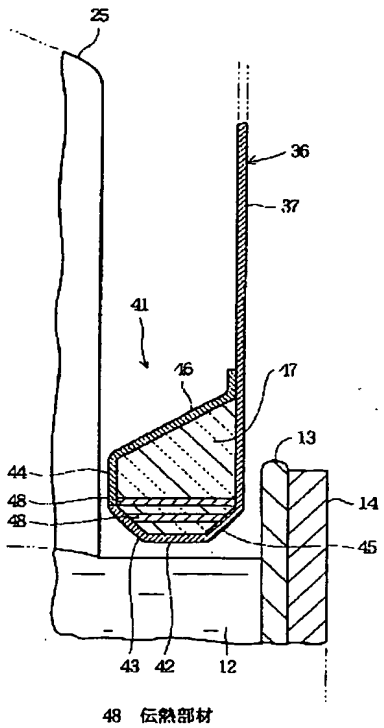
【符号の説明】

１０　シリコン単結晶引上げ装置
１２　シリコン融液
１３　石英るつぼ
１８　ヒータ
２５　シリコン単結晶棒
３６　熱遮蔽部材
３７　筒部
３７ａ　内筒部材
３７ｂ　外筒部材
３７ｃ　断熱材
４１　膨出部
４２　底壁
４２ａ　外底壁
４２ｂ　内底壁
４３　内側傾斜壁
４４　縦壁
４５　外側傾斜壁
４６　上壁
４７　蓄熱部材
４８　伝熱部材
θ　底壁の下面に対する内側傾斜壁の角度
α　底壁の下面に対する外側傾斜壁の角度
L_1　縦壁の下縁と底壁の下面との垂直距離
L_2　筒部の下縁と底壁の下面との垂直距離
Ｈ　縦壁の高さ
W_1　シリコン単結晶棒の外周面と縦壁との間隔
ｄ　シリコン単結晶棒の直径
D_1　筒部下縁の外径
D_2　石英るつぼの内径

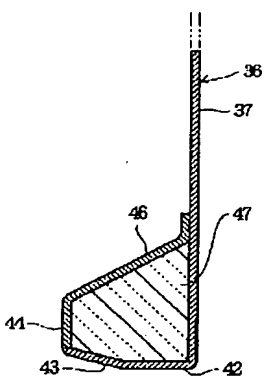
【図２】



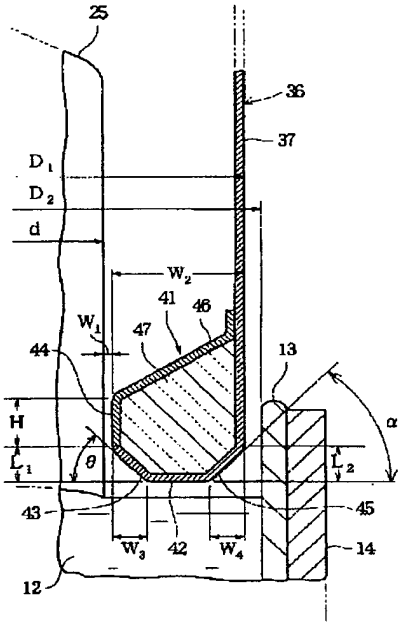
【図３】



【図６】



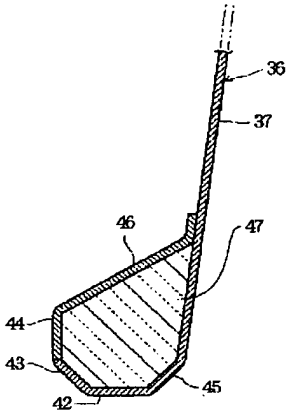
【図１】



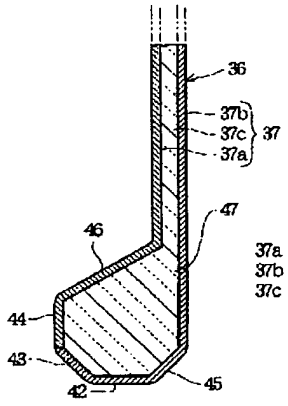
36　熱遮蔽部材
37　筒部
41　膨出部
42　底壁
43　内側傾斜壁
44　縦壁
45　外側傾斜壁
46　上壁
47　蓄熱部材

θ　底壁の下面に対する内側傾斜壁の角度
α　底壁の下面に対する外側傾斜壁の角度
L1　縦壁の下縁と底壁の下面との垂直距離
L2　筒部の下縁と底壁の下面との垂直距離
H　縦壁の高さ
W1　シリコン単結晶棒の外周面と縦壁との間隔
d　シリコン単結晶棒の直径
D1　筒部下縁の外径
D2　石英るつぼの内径

【図４】

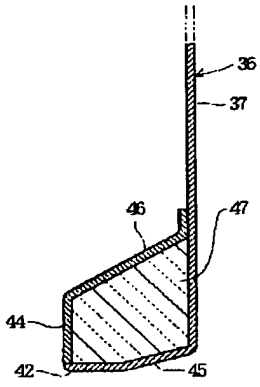


【図５】

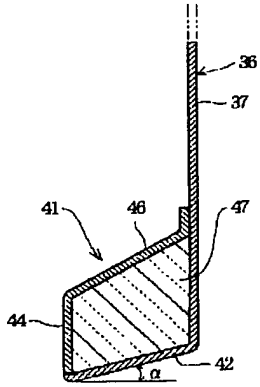


37a　内筒部材
37b　外筒部材
37c　断熱材

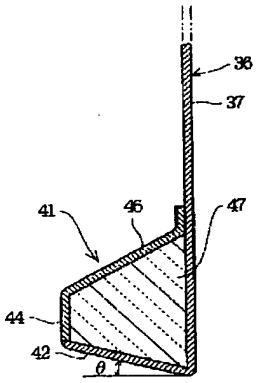
【図７】



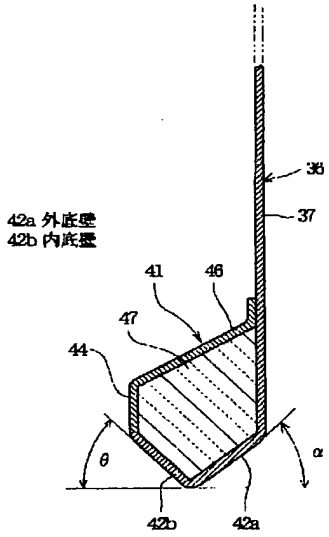
【図８】



【図９】

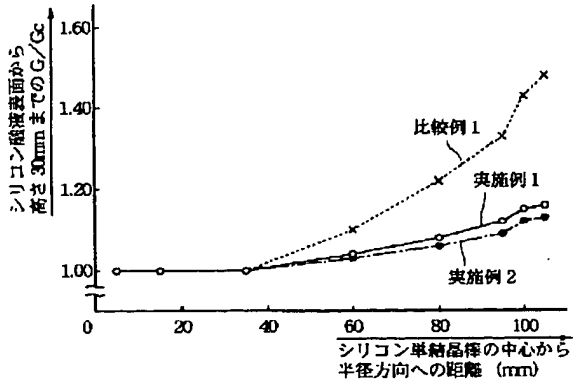


【図１０】



42a　外底壁
42b　内底壁

【図１１】



フロントページの続き

(72)発明者　符　森林
東京都千代田区大手町１丁目５番１号　三菱マテリアルシリコン株式会社内

(72)発明者　降屋　久
東京都千代田区大手町１丁目５番１号　三菱マテリアルシリコン株式会社内

Ｆターム(参考)　4G077 AA02 BA04 CF00 EG02 EG18 EG19 FK18 HA12 PA00 PE22 PE27

THIS PAGE BLANK (USPTO)